

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 518 805**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 82 20937**

(54) Procédé et dispositif pour optimiser l'émission d'un tube à rayons X.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 J 35/00.

(22) Date de dépôt..... 14 décembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : DE, 23 décembre 1981, n° P 31 51 229.1.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 24-6-1983.

(71) Déposant : Société dite : SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT. — DE.

(72) Invention de : Rudolf Friedel.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,  
22, av. de Friedland, 75008 Paris.

Procédé et dispositif pour optimiser l'émission d'un tube à rayons X.

L'invention se rapporte à un procédé pour optimiser l'émission d'un tube à rayons X par le réglage de la distance entre l'anode et la cathode, ainsi qu'à un dispositif pour la mise en oeuvre d'un tel procédé, appliqué au cas d'un tube à rayons X à anode tournante, l'arbre de l'anode étant monté de façon à pouvoir se déplacer dans le sens longitudinal. Un tube à rayons X à distance réglable entre la cathode et l'anode est connu, par exemple par le brevet US No. 25 97 817.

Dans le cas de tubes à rayons X, il faut satisfaire plusieurs critères du point de vue de la haute tension appliquée et pour ce qui concerne la géométrie des électrodes.

1. Ils doivent être appropriés pour plusieurs tensions, c'est-à-dire pour un intervalle de tensions de fonctionnement d'environ 50 à 150 kV, le faisceau électronique focalisé devant conserver ces dimensions sur la surface d'impact de la cible ;

2. ils doivent fournir la puissance la plus élevée du rendement du faisceau électronique ; et

3. ils doivent assurer la garantie de l'absence de décharges électriques entre les électrodes.

Il en résulte qu'entre la cathode et l'anode,

il faut choisir une distance qui garantit toujours la rigidité diélectrique, c'est-à-dire même pour la tension la plus élevée qui soit prévue.

5 Etant donné que d'une part la capacité de la cathode de fournir un courant électronique dépend de beaucoup de sa distance à l'anode, il en résulte, dans la construction connue et mentionnée ci-dessus, c'est-à-dire pour une distance certaine pour la haute tension, pour les tensions basses une limitation de  
10 la puissance  $P$  du tube qui est due à un manque de capacité d'émission de la cathode. Ceci résulte également de la relation  $i = P/U$ , c'est-à-dire que le courant  $i$  ne peut pas, pour une puissance  $P$  qui est susceptible d'être atteinte pour une tension élevée  $U$ ,  
15 être obtenu en-dessous d'une tension faible déterminée  $U$ , car le courant que l'on peut obtenir diminue fortement avec la tension.

Le brevet US No. 21 30 020 a fait connaître, il est vrai, en page 3, colonne de gauche, lignes 33  
20 à 36, que dans le cas de tubes à rayons X on peut régler une puissance en fonction du courant pour une énergie déterminée. Dans le sens sus-indiqué, ceci ne conduit toutefois pas au résultat recherché, car, d'après le brevet US, un décalage du filament de chauffage par rapport au dispositif de focalisation, fait  
25 varier les dimensions du spot électronique et sa localisation, par rapport à la distribution thermique dans l'anode, en vue d'obtenir de cette façon, avec un tube, des charges différentes avec des dimensions  
30 différentes du spot électronique. De ce fait, le décalage est normalement bloqué.

Dans le brevet US No. 25 97 817, il s'agit de pouvoir régler un foyer extrêmement net après l'assemblage, c'est-à-dire la fabrication du tube. Un post-  
35 réglage ou une autre opération similaire n'y est pas

prévu, et on n'envisage pas une adaptation à la tension appliquée.

La présente invention a pour objet, dans le cadre d'un procédé du type rappelé en tête du présent mémoire et d'un dispositif tel qu'il y est indiqué, de permettre d'obtenir l'optimisation de la puissance qui est susceptible d'être prélevée au niveau de la cathode. Dans le cadre du procédé selon l'invention, celui-ci est essentiellement caractérisé par le fait que la distance entre l'anode et la cathode est, en tenant compte de la charge maximale possible en-dessous de la rigidité diélectrique, diminuée pour les tensions décroissantes et augmentée pour des tensions croissantes. Suivant une forme de réalisation préférée de ce procédé, dans le cas de l'utilisation d'un tube à rayons X à anode tournante, l'arbre de l'anode est monté de façon à pouvoir se déplacer dans le sens longitudinal, le déplacement longitudinal étant provoqué par des bobines magnétiques dont les forces magnétiques sont produites par les courants d'excitation contrôlés qui sont mis en oeuvre.

L'invention met à profit le fait que la rigidité électrique est obtenue en fonction de la dimension  $V/cm$ , aussi bien par une modification de la valeur du numérateur que de celle du dénominateur. Le courant  $i$  le plus grand, qui se situe en-dessous de celui de l'amorçage d'une décharge électrique, peut être obtenu par adaptation de la distance  $D$  (cm), lors de la détermination de la tension  $U(V)$ . Ceci conduit au fait qu'une optimisation de l'émission de la cathode d'un tube à rayons X, c'est-à-dire un courant  $i$  maximum, peut être obtenue par une adaptation de la distance entre cette cathode et l'anode à la tension  $U$  qui est appliquée.

Un réglage de la distance peut être opéré de

toute manière possible, c'est-à-dire par déplacement de l'anode et/ou de la cathode. Un procédé utilisable est celui qui consiste à disposer, en dehors de l'enveloppe d'un tube à rayons X, des électroaimants qui permettent d'amener dans la position voulue les éléments montés de façon mobile dans le tube. A cet effet, la cathode peut par exemple être montée de façon à être déplaçable et comporter, en association aux électroaimants de décalage, un élément en fer doux. Dans des tubes constitués de façon classique, c'est-à-dire dans des tubes à anode disposée d'un seul côté, il peut être avantageux de déplacer la cathode afin d'éviter d'être obligé de déplacer et de monter la cathode lourde.

L'optimisation la plus favorable de la distance est, sans aucun doute, à obtenir par un déplacement continu, car, dans ce cas, il est toujours possible d'obtenir une adaptation optimale au courant souhaité. Mais, un décalage en deux paliers peut déjà être avantageux du point de vue de l'adaptation, et apporter l'avantage supplémentaire qui consiste dans le fait que l'on peut opérer sans détecteurs particuliers pour la distance. Suivant une solution pratique, il suffit de prévoir pour l'élément à déplacer une course limitée pour le déplacement. Dans le cas de l'anode, on peut utiliser par exemple des roulements à billes qui sont connus sous la terminologie de paliers d'épaulement. Les épaulements du palier peuvent également servir de butées, c'est-à-dire de limitations pour le réglage dans l'une et dans l'autre positions.

Une solution particulièrement simple peut être obtenue dans le cas de tubes à rayons X qui comportent une anode tournante à paliers magnétiques, car dans ces tubes on peut utiliser les électroaimants

qui sont prévus de toute façon pour le montage, également pour le déplacement et pour le réglage. En outre, on prévoit, en règle générale, des détecteurs pour saisir la position de l'anode, détecteurs à l'aide  
5 desquels peut avoir lieu la commande du réglage (comparer par exemple brevet US No. 41 67 671).

Avec la modification de la distance des électrons, la largeur du spot électronique change toujours quelque peu. Mais ceci peut être corrigé à  
10 l'aide de l'application d'une tension de grille, comme cela est connu pour les cathodes de tubes à rayons X. Cette tension de grille correspond à la tension du tube en ce sens que l'on procède à un couplage avec le sélecteur de tension de la dépendance, déterminée  
15 dans le cas particulier, de la largeur du spot électronique par rapport à la distance entre électrodes.

D'autres détails et avantages de l'invention ressortent de l'exemple de réalisation représenté à titre d'exemple dans le dessin.

20 Dans la figure 1, on a représenté une vue d'ensemble d'un tube à rayons X à anode montée à l'aide de paliers magnétiques et susceptible d'être déplacée dans le sens longitudinal,

la figure 2 est une vue partielle d'un tube  
25 à rayons X dont l'anode est montée dans des paliers à billes qui sont réalisés sous la forme de paliers à épaulements capables de limiter un déplacement, et

la figure 3 est un exemple de montage de principe pour le réglage de la distance entre la  
30 cathode et l'anode.

Dans la figure 1, la référence 1 désigne l'enveloppe d'un tube à rayons X, dans laquelle on a fait le vide, tube à rayons X qui est pourvu d'une anode tournante 2 ayant la forme d'un disque et qui  
35 est portée par un arbre d'entraînement. En face de

l'anode 2 est prévue une cathode 4. En dehors de l'enveloppe 1, on a prévu, pour stabiliser l'arbre d'entraînement 3 en direction axiale, des anneaux à aimants permanents 7, ainsi que pour la stabilisation de l'arbre d'entraînement en direction radiale, des bobines annulaires. Ces bobines comportent chacune un noyau annulaire 8 en un matériau ferromagnétique qui, dans l'exemple présent, est constitué par un acier pour machines et comporte un enroulement hélicoïdal 9. Les enroulements 9 sont reliés électriquement à des appareils électroniques de réglage 10, et sont alimentés par ces derniers avec un courant continu dont la valeur dépend des signaux de mesure qui sont fournis par des détecteurs 11 et qui sont appliqués aux appareils de réglage 10. Les signaux de mesure qui sont appliqués par les détecteurs 11 aux appareils 10 sont amplifiés et déphasés pour fournir aux enroulements 9 des signaux de sortie ayant la forme d'un courant continu réglé.

Pour le réglage d'une position axiale prédéterminée de l'arbre d'entraînement 3, on a en outre prévu, en dehors de l'enveloppe 1, deux bobines électromagnétiques 12 dont les fils sont bobinés dans le sens périphérique de l'arbre d'entraînement et qui sont alimentés en courant continu à partir d'un appareil de réglage 10. Etant donné que le champ magnétique des bobines électromagnétiques 12, qui peuvent être alimentées par l'intermédiaire de l'appareil de commande 13 avec un courant continu d'intensités différentes, agit en direction axiale, on peut obtenir un déplacement axial de l'arbre d'entraînement 3. Ceci peut être obtenu en chargeant la bobine annulaire 12 avec des courants continus d'intensités différentes. Ce faisant, on peut, en particulier, régler deux positions de travail différentes de l'anode

tournante et éventuellement ajuster la position de travail de l'anode tournante. Pour stabiliser la position axiale prédéterminée de l'arbre d'entraînement, les signaux qui sont produits par les détecteurs 11 qui sont réalisés comme détecteurs de déplacement, sont reçus par l'appareil de réglage 10, et les signaux de sortie correspondants sont appliqués à la bobine 12.

Comme entraînement pour l'arbre d'entraînement 3, on utilise un moteur en court-circuit dont le rotor 3' est constitué par un anneau 18 en cuivre qui est garni intérieurement d'un anneau de fer 18', et dont le stator 19 se situe à l'intérieur de l'enveloppe 1. De plus, on a prévu une bobine électromagnétique 21 dont le champ magnétique se situe dans la zone du centre de gravité de l'anode tournante 2 et de l'arbre 3, et qui contribue à la stabilisation de la position radiale de l'arbre d'entraînement, dans le cas où l'anode tournante s'inclinerait. A cet effet, la bobine électromagnétique 21 est reliée électriquement à un appareil de commande 22 qui, en fonction de la position du tube à rayons X et à anode tournante dans l'espace, alimente la bobine électromagnétique 21 avec un courant continu d'intensités différentes.

Dans la figure 2, on a représenté une partie d'un tube à rayons X et à anode tournante, dont l'anode 2 est montée dans des roulements à billes 17'. Les deux roulements à billes sont réalisés sous la forme de paliers à épaulements, en ce sens que leurs bagues de roulement extérieures 25 et 26 sont, de façon connue, recourbées vers l'intérieur à l'extrémité qui est éloignée de l'autre palier. Les billes qui se déplacent dans un évidement 27 ménagé dans l'arbre d'entraînement 3 ont leur position fixée,



par rapport à l'arbre, par ces évidements 27, en sorte que lors d'un déplacement selon les flèches 28 ou 29, les coudes ménagés dans les chemins de roulement extérieurs fournissent une butée. Le déplacement proprement dit a lieu par une alimentation en courant des bobines 30 et 31, étant noté qu'à l'aide de la bobine 30, l'anode 2 est à une grande distance par rapport à la cathode 4, comme cela est représenté dans la figure. Par le débranchement de la bobine 30 et le branchement de la bobine 31, la distance entre 2 et 4 est diminuée, et on obtient une butée des billes du palier 26 contre les coudes de son anneau de roulement extérieur. Pour obtenir le déplacement à l'aide des bobines 30 et 31, on prévoit dans le milieu longitudinal du rotor 18, une bague 32 en un matériau ferromagnétique, anneau qui provoque le déplacement par attraction des bobines 30 ou 31.

De façon analogue, on peut également obtenir un déplacement de la cathode 4, en faisant en sorte que son support 33, comme cela est indiqué par une double flèche 34, soit monté, par rapport à l'enveloppe 1 du tube, de façon à pouvoir se déplacer dans le sens longitudinal. Le déplacement proprement dit peut alors avoir lieu au moyen de bobines 30', 31' et d'un élément ferromagnétique 32' qui est fixé à la cathode 4.

Pour faire fonctionner un tube selon la figure 2, on peut utiliser un montage dont la constitution de principe est représentée dans la figure 3. Dans ce cas, les conducteurs 35 et 36 établissent la liaison avec les bobines 30 et 31, alors que le courant de fonctionnement est appliqué à la cathode par l'intermédiaire d'un conducteur 38 et à l'anode par l'intermédiaire d'un conducteur 37. La tension de commande est appliquée par l'intermédiaire d'un conducteur 39

à l'enveloppe 4' de la cathode 4, qui agit comme grille 4'.

5 Pour le fonctionnement électrique proprement dit, il est prévu un générateur 41 qui est relié au réseau par l'intermédiaire d'un câble de branchement 40, générateur 41 qui est constitué de façon connue dans la technique radiologique. A partir de ce générateur, et par l'intermédiaire des conducteurs 37 et 10 38, les tensions correspondantes sont appliquées entre les électrodes 2 et 4 du tube.

La commande du générateur 43 règle, en fonction des valeurs de consigne correspondantes 47 et de la saisie de la valeur instantanée du diviseur de tension 42, la tension de tube souhaitée. L'alimentation de la tension de grille 46 est choisie, après 15 introduction de  $U_{soll}$  de la tension de grille préprogrammée. Le sélecteur de tension 44 attaque, selon la valeur de la tension du tube et la détermination d'un point de commutation, par exemple 80 kV, soit la 20 bobine ( $U_{R8} < 80 \text{ kV}$ ) ou la bobine 31 ( $U_{R8} \geq 80 \text{ kV}$ ).

REVENDECATIONS

1. Procédé pour optimiser l'émission d'un tube à rayons X par le réglage de la distance entre l'anode et la cathode, caractérisé par le fait que cette distance est, en tenant compte de la charge maximale possible en-dessous de la rigidité diélectrique, diminuée pour des tensions décroissantes et augmentée pour des tensions croissantes.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que dans le cas de l'utilisation d'un tube à rayons X à anode tournante, l'arbre de l'anode est monté de façon à pouvoir se déplacer dans le sens longitudinal, le déplacement longitudinal étant provoqué par des bobines magnétiques dont les forces magnétiques sont produites par les courants d'excitation contrôlés qui sont mis en oeuvre.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que les courants d'excitation sont contrôlés par des détecteurs de distance.

4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'arbre de l'anode tournante est monté à l'aide de paliers magnétiques et que le réglage des distances est opéré avec les bobines des paliers axiaux.

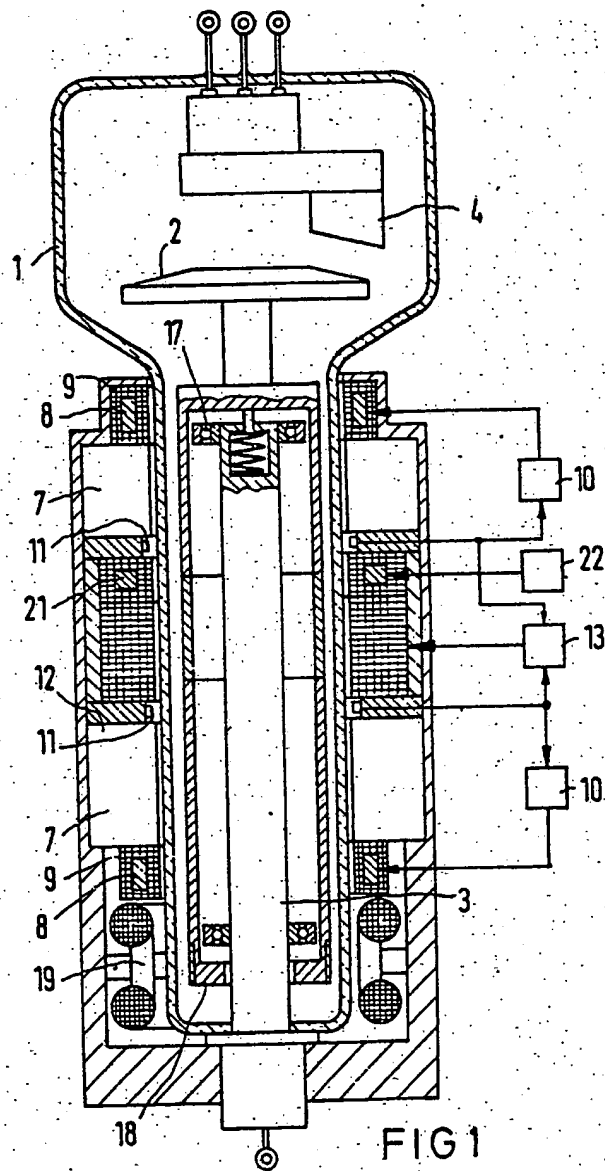
5. Procédé selon la revendication 1, caracté-

térisé par le fait que les dimensions du foyer ou spot électronique sont corrigées dans la cathode, en fonction de la distance entre électrodes, à l'aide d'une tension auxiliaire dérivée de celle-ci.

5           6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la distance entre électrodes est réglable de façon continue.

          7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le réglage est opéré par  
10 paliers.

          8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la modification de la distance est opérée par déplacement de la cathode.



PL.II-3

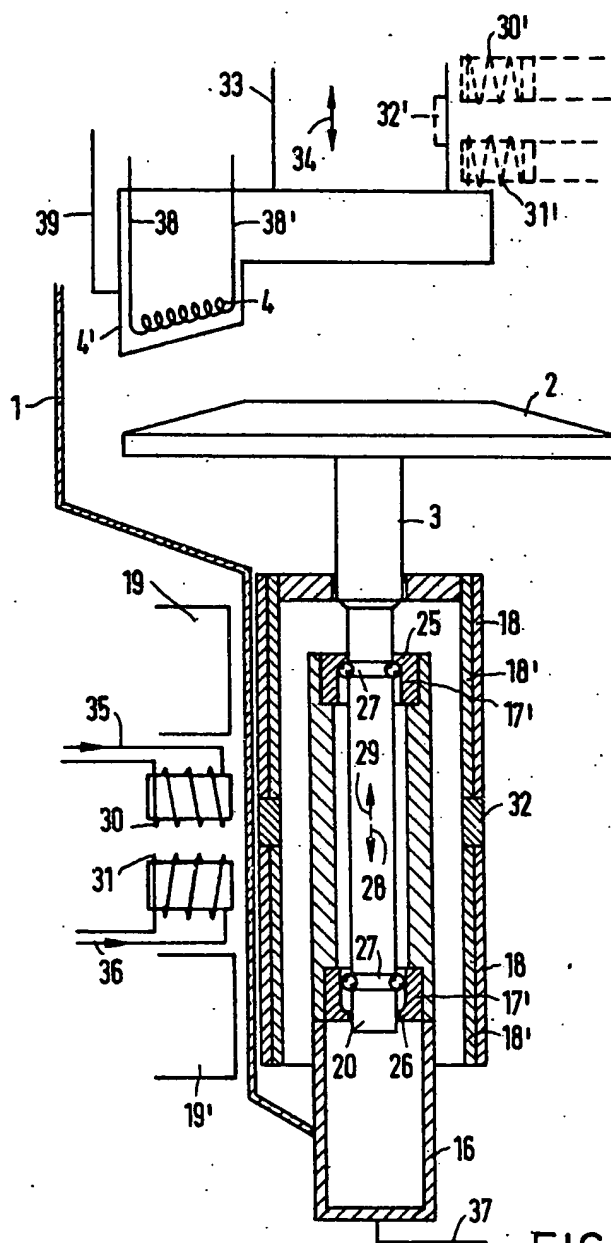


FIG 2